

УДК 621.735 (035)

В.М. Боков, проф., канд. техн. наук, М.В. Троян, магістрант
Кіровоградський національний технічний університет

Підвищення якості витягування деталей

Запропоновано та розроблено новий спосіб витягування деталі в захисній оболонці, який, порівняно з відомим, дозволяє суттєво підвищити якість поверхонь витягнутої деталі за рахунок усунення можливості утворення подряпин. При цьому зусилля штампування суттєво зменшується.
витягування, захисна оболонка, якість поверхні, зусилля штампування, технологічна схема формоутворення, аналіз браку

В сучасному машинобудуванні, зокрема в області листового штампування, широко використовуються різноманітні способи витягування деталі у штампі із плоскої заготовки. Результатом технологічної операції витягування є утворення порожнистої деталі. Таким чином, наприклад, виготовляють металевий посуд. Дана операція, як правило, відбувається при потужному притиску фланця заготовки до матриці, що запобігає гофроутворенню у фланці та, у кінцевому випадку, відриву донної частини деталі [1, с. 85].

В процесі витягування між матеріалом та інструментом виникають великі сили тертя, які приводять до підвищеного зносу радіусної частини матриці, виникнення задирок, налипання та подряпин на інструменті та деталі, що витягується. Внаслідок цього якість поверхонь деталі знижується. Змащення інструмента та заготовки на базі рідких мастил дозволяє зменшити тертя між матеріалом та інструментом, а отже, зменшити знос радіусної частини матриці, запобігати виникненню задирок та налипанню металу на інструменті [5, с. 184].

Однак, відомі способи витягування не запобігають утворенню подряпин на витяжному інструменті, і, як наслідок цього, на деталі, що витягується. Це пов'язано з абразивним характером їх походження: дрібні абразивні частки можуть бути занесені в робочу зону штампа рідким мастилом та заготовкою, або із навколишнього середовища, і в процесі штампування наносити подряпини на інструмент та деталь, що витягується.

Таким чином, метою роботи є підвищення якості поверхонь витягнутої деталі за рахунок усунення можливості утворення подряпин.

Дана мета реалізована через спосіб витягування деталі в захисній оболонці, що пропонується. Суть нового способу витягування деталі в штампі із плоскої заготовки полягає в тому, що заготовку штампують разом (пакетом) з однією або двома фольговими пластичними прокладками (захисними оболонками) із антифрикційного матеріалу, що виконують роль підшипників ковзання та запобіжників якості поверхні деталі, причому одну із них розташовують між матрицею та заготовкою, а другу – між пуансоном та заготовкою.

Перед витягуванням змащується рідким мастилом та складається пакет (рис. 1, а), який включає в себе фольгову пластичну прокладку 1 із антифрикційного матеріалу (наприклад із мідної фольги), заготовку 2 та прокладку 3, яка є однаковою із прокладкою 1. Пакет встановлюється у витяжний штамп (рис. 1, б) за упором 4. При цьому верхня рухома частина штампа (зокрема, витяжний пуансон 5 та притискач 6) знаходяться у крайньому верхньому положенні. При ході повзуна пресу вниз спочатку притискач 6 притискає пакет до дзеркала 7 витяжної матриці 8, а далі пуансон 5 здійснює витягування деталі 9. В процесі витягування (рис. 1, в) абразивні частки 10,

11, які випадково потрапили в зазори, відповідно, між матрицею та прокладкою 1 і пуансоном 5 та прокладкою 3, можуть зробити подряпини лише на поверхнях прокладок 1, 3. При цьому усувається можливість утворення подряпин на зовнішній 12 та внутрішній 13 поверхнях деталі 9. Таким чином, прокладки є запобіжниками якості поверхні після витягування. Більш того, суттєво зменшується тертя між поверхнями прокладок та поверхнями інструмента в зонах їх контактування, а, отже зусилля деформування, за рахунок того, що прокладки виконують роль підшипників ковзання або «твердого змащування».

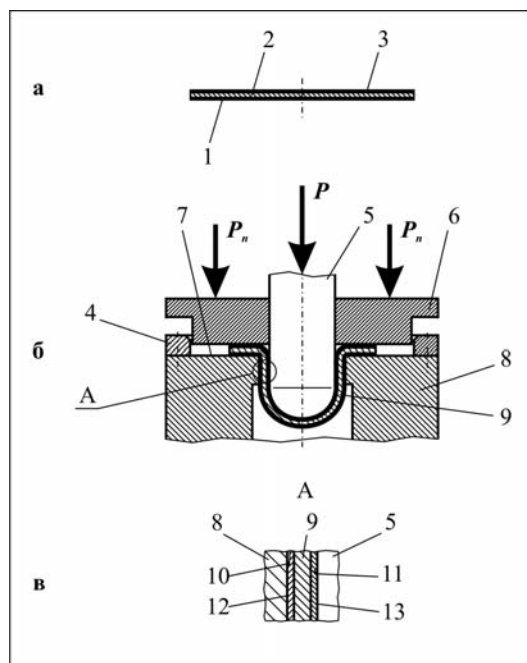
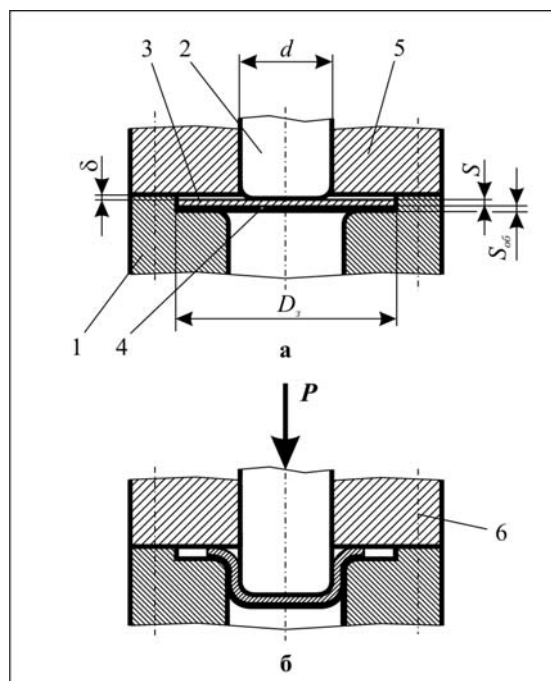


Рисунок 1 – Схема реалізації способу витягування деталі в захисній оболонці

Слід відмітити, що застосування однієї або двох прокладок при штампуванні обумовлено потребою забезпечення якості певної або певних поверхонь деталі.

Спосіб, що пропонується, є об'єктом експериментального дослідження даної статті. Суть методичного підходу до експериментальних досліджень полягає в наступному. Дослідження технологічних характеристик витягування деталі в захисній оболонці здійснювалося з використанням технологічної схеми формоутворення, що представлена на рис. 2. Вона дозволяє здійснювати витягування циліндричних ковпачків без притиску фланця вихідної заготовки: між заготовкою 3, що витягується, та обмежувачем 5 існує невеликий зазор $\delta = 0,15 \dots 0,20$ мм. Захисну оболонку 4 встановлюють так, щоб вона торкалася дзеркала матриці 1, а на неї кладуть заготовку 3. Причому, діаметр захисної оболонки дорівнює діаметру вихідної заготовки. При експериментальному дослідженні дискретно змінювалися коефіцієнти витягування m за рахунок зміни діаметрів вихідної заготовки при постійному діаметрі витяжного пуансона 2, матеріал та товщина заготовки 3 та матеріал та товщина захисної оболонки 4. При витягуванні, що здійснювалося на універсальній випробувальній машині УІП-50, реєструвалося зусилля витягування в функції ходу витяжного пуансона. Після експерименту: констатувався факт отримання ковпачка для різних початкових умов; виконувався порівнювальний аналіз графіків силового навантаження на пуансон для витягування в захисній оболонці та без захисної оболонки; виконувався порівнювальний аналіз якості бічної поверхні ковпачків, отриманих в захисній оболонці та без захисної оболонки на предмет виявлення подряпин; формулювалися висновки на предмет оптимізації технології витягування деталі в захисній оболонці.



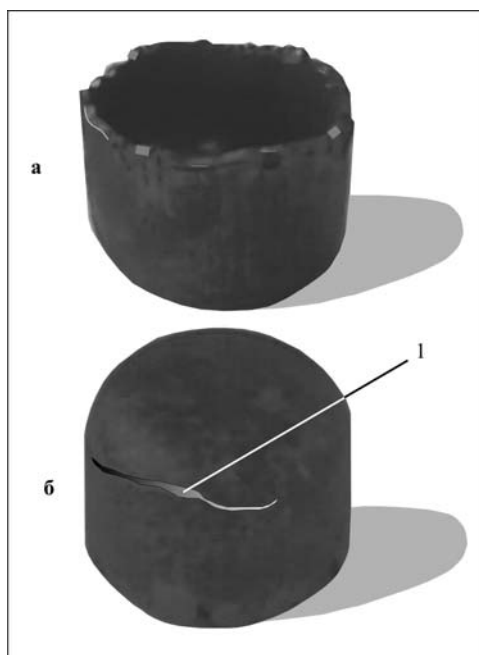
а – початкова фаза; б – кінцева фаза

Рисунок 2 – Експериментальна технологічна схема формоутворення (витягування) ковпачка в захисній оболонці

Інформацію про умови та результати дослідження наведено в таблиці 1.

Як бачимо, в усіх представлених в таблиці 1 дослідях коефіцієнт витягування лежить в межах, коли витягування є можливим ($m_1 = 0,53 \dots 0,56$).

В досліді БТ2 *витягування сталевго зразка в мідній оболонці товщиною 0,05 мм* забезпечує штампування без утворення подряпин на зразку під оболонкою навіть тоді, коли на оболонці в процесі витягування утворюються невеликі щілини 1 (рис. 3) в критичному перетині (на межі між донною та бічною поверхнею).



а – вид на верхню частину; б – вид на нижню частину (дно)

Рисунок 3 – Зразок після витягування в оболонці за дослідом БТ2

Суттєве штучне підвищення тертя між матрицею та оболонкою, яке досягається у досліді БТ6 за рахунок додавання абразивного дрібнодисперсного порошку в мастило, приводе до зростання зусилля витягування на 13 %, порівняно із зусиллям, що спостерігається у досліді БТ2 (з 23,9 кН до 27,2 кН). Воно, в свою чергу, приводе не тільки до відриву дна оболонки, але й до її суттєвого пошкодження (руйнування). Внаслідок цього бічна зовнішня поверхня сталевго зразка лишається незахищеною від подряпин. Саме тому, для гарантованого її захисту при важких, забруднених умовах штампування доцільно підвищувати товщину оболонки від 0,05 до 0,1...0,2 мм.

Значно більш чуттєвий до утворення подряпин при витягуванні такий матеріал, як алюміній. У досліді БТ9 здійснювалося витягування алюмінієвих зразків (марки А2) в мідній оболонці (марки М1) товщиною 0,05 мм. І хоча після витягування спостерігався відрив дна у мідній оболонці, подряпин на бічній поверхні А алюмінієвого зразка (там, де була оболонка) не виявлено.

Метою досліді БТ10 є вивчення впливу зменшення діаметру вихідної заготовки мідної оболонки на її зберігання (не руйнування) в процесі витягування сталевго зразка в експериментальному штампі без притиску фланця за схемою, що показана на рис. 2. За результатом експерименту при зменшенні діаметру заготовки оболонки до 52 мм спостерігається не тільки відрив дна оболонки, але й її руйнування. Отже, умови збереження оболонки погіршилися. Внаслідок цього на бічній поверхні сталевго зразка спостерігаються подряпини.

Таблиця 1 – Умови та результати витягування зразків в захисній оболонці

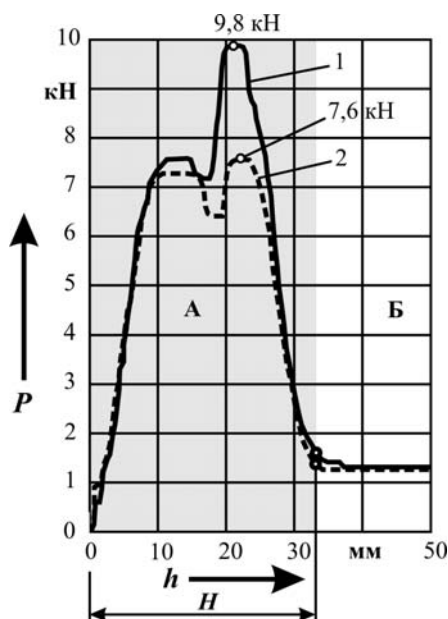
№ досліді	Характеристика пакету «оболонка-зразок» та мастила	Інформація про можливість витягування	Негативний ефект	Наявність подряпин під оболонкою
БТ2	«мідь М1 ($s = 0,05$ мм; $D_3 = 55$ мм) – сталь 0,8 ($s = 1,0$ мм; $D_3 = 55$ мм)», чисте мастило	можливе	є щілина на оболонці біля дна	немає
БТ6	«мідь М1 ($s = 0,05$ мм; $D_3 = 55$ мм) – сталь 0,8 ($s = 1,0$; $D_3 = 55$ мм), мастило з абразивом	можливе	відрив дна та пошкодження оболонки	є
БТ9	«мідь М1 ($s = 0,05$ мм; $D_3 = 55$ мм) – алюміній А2 ($s = 1,0$; $D_3 = 55$ мм)», чисте мастило	можливе	відрив дна в оболонці	немає
БТ10	«мідь М1 ($s = 0,05$ мм; $D_3 = 52$ мм) – сталь 08 ($s = 1,0$; $D_3 = 55$ мм)», чисте мастило	можливе	відрив дна та пошкодження оболонки	є
БТ11	«латунь Л63 ($s = 0,22$ мм; $D_3 = 52$ мм) – сталь 08 ($s = 1,0$; $D_3 = 55$ мм)», чисте мастило	можливе	асиметричне витягування	немає
БТ12	«латунь Л63 ($s = 0,22$ мм; $D_3 = 45$ мм) – алюміній А2 ($s = 1,0$; $D_3 = 55$ мм)», чисте мастило	можливе	замала висота оболонки	немає
БТ19	«латунь Л63 ($s = 0,22$ мм; $D_3 = 55$ мм) – алюміній А2 ($s = 1,0$; $D_3 = 55$ мм)», чисте мастило	можливе	немає	немає

В досліді БТ11 зроблена спроба *поліпшити умови витягування* за рахунок підвищення товщини (до 0,22 мм), а отже жорсткості вихідної заготовки оболонки, з метою зменшення гофрування на радіусній частині матриці в момент виходу її із під прямої плити 5. Крім того, в даному досліді жорсткість оболонки підсилена і за рахунок застосування більш міцного матеріалу, зокрема латуні Л63. За результатом експерименту витягування відбулося без пошкодження захисної оболонки. Крім того, оболонка легко знялася зі сталевго зразка. Більш того, на бічній поверхні сталевго зразка (під оболонкою) подряпин не виявлено. Але недоліком даного досліду є асиметричне витягування, що сталася в наслідок однобічного затиснення заготовок в штампі.

В досліді БТ12, БТ19 відпрацьовували можливість витягування алюмінієвих зразків в латунних оболонках з різного діаметра заготовки оболонки (відповідно 45 мм та 55 мм). В обох випадках отримано позитивний результат: витягування можливе, подряпин на алюмінієвих зразках (під оболонками) не виявлено. Але проблемним питанням симетричного витягування в штампі без ефективного притиску фланця заготовки є витягування з оболонкою малого діаметру заготовки. Позиційна неусталеність заготовки оболонки в початковій фазі процесу приведе до нерівномірного тертя її об матрицю в діаметрально розташованих ділянках, нерівномірного гофрування у фланці, і, як наслідок, несиметричному витягуванню.

За інженерною формулою [1] зусилля витягування визначається як добуток площі небезпечного перетину виробу на напруження в ньому. На нашу думку, така спрощена формула не враховує коефіцієнта тертя між витяжною матрицею та заготовкою, що штампуються. Так, цілком очевидно, що коефіцієнт тертя між сталевю витяжною матрицею та алюмінієвою заготовкою буде більше ніж коефіцієнт тертя між сталевю витяжною матрицею та мідною заготовкою. Остання пара (Fe-Cu) працює як класичний підшипник тертя. Отже, при витягуванні алюмінієвого зразка в мідній оболонці слід чекати зменшення зусилля штампування, порівняно з зусиллям штампування алюмінієвого зразка без мідної оболонки.

Для експериментальної перевірки цієї думки здійснювали витягування зразка із алюмінію А2 без оболонки (дослід БТ8) та такого ж зразка в мідній оболонці (дослід БТ9) із реєстрацією зміни зусилля P за ходом пуансона h . Отримані графіки сканувалися та за допомогою комп'ютерної техніки накладалися один на другий. Результати графічних залежностей $P = f(h)$ показано на рис. 4.



1 – без фольгової мідної оболонки; 2 – з фольговою мідною оболонкою; H – висота робочої частини матриці; А – зона проходження заготовки крізь матрицю; Б – зона проходження заготовки крізь знімач

Рисунок 4 – Залежність зусилля витягування P алюмінієвого ковпачка від ходу пуансона h

Як бачимо, максимальне зусилля витягування алюмінієвого зразка без оболонки складає 9,8 кН (крива 1), в той час, як максимальне зусилля витягування такого ж зразка в мідній оболонці – 7,6 кН (крива 2), що на 22,4 % менше.

На підставі проведених досліджень пропонується ввести у інженерну формулу для розрахунку зусилля витягування коефіцієнт κ_m , що ураховує вплив тертя. Тоді формула набуде вигляду

$$P \leq \kappa_m \cdot L \cdot s \cdot \sigma_p.$$

Коефіцієнт κ_m визначається експериментально. Так, якщо прийняти для пари «Fe-Al» коефіцієнт $\kappa_m = 1$, то для пари «Fe-Cu» коефіцієнт $\kappa_m = 0,77$.

Таким чином, використання способу витягування, що пропонується, порівняно з відомим, дозволяє суттєво підвищити якість поверхонь витягнутої деталі за рахунок усунення можливості утворення подряпин та суттєво зменшити зусилля штампування.

Список літератури

1. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 520 с., ил.

Предложен и разработан новый способ вытяжки детали в защитной оболочке., который, по сравнению с известным, позволяет существенно повысить качество поверхностей вытянутой детали за счёт устранения возможности образования царапин. При этом усилие штамповки существенно уменьшается.

It is given and developed a new method of part stretching in the protective casing which allows to raise essentially the quality of the surfaces of the stretched parts at the expense of removal of the possibility of scratches formation. On this condition the effort of stamping decreases essentially.